

Treinamento de força máxima x treinamento de potência: alterações no desempenho e adaptações morfológicas

CDD. 20.ed. 796.073

Leonardo LAMAS*
Carlos UGRINOWITSCH*
Gerson Eduardo Rocha CAMPOS**
Marcelo Saldanha AOKI***
Rodrigo FONSECA*
Marcelo REGAZZINI*
Anselmo Sigari MORISCOT****
Valmor TRICOLI*

*Escola de Educação Física e Esporte, Universidade de São Paulo.

**Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas.

***Escola de Artes, Ciências e Humanidades, Universidade de São Paulo.

****Instituto de Ciências Biomédicas, Universidade de São Paulo.

Resumo

O objetivo do presente estudo foi investigar as alterações no desempenho de força máxima e as adaptações morfológicas decorrentes do treinamento de força máxima e de potência muscular. Quarenta sujeitos foram randomicamente divididos nos grupos treino de força (TF; $178,7 \pm 4,3$ cm; $75,2 \pm 7,3$ kg; $22,5 \pm 3,8$ anos), treino de potência (TP; $177,0 \pm 5,9$ cm; $76,0 \pm 8,9$ kg; $24,2 \pm 4,1$ anos), e controle (C; $178,9 \pm 11,0$ cm; $74,1 \pm 9,6$ kg; $24,1 \pm 2,7$ anos). Os sujeitos dos grupos TF e TP foram submetidos a oito semanas de treinamento, com três sessões semanais. O grupo TF realizou agachamento com cargas entre 60 e 95% de 1 RM, enquanto o grupo TP realizou agachamento com cargas entre 30 e 60% de 1 RM, com a maior velocidade possível. Foi avaliado o ganho de força máxima no teste de 1 RM no agachamento e a área de secção transversa das fibras tipo I, tipo IIa e tipo IIb pré- e pós-treinamento. Os grupos TF e TP aumentaram a força máxima após o período de treinamento ($p < 0,001$), de maneira similar ($p > 0,05$). Houve um efeito principal de tempo para o aumento da área de secção transversa para todos os tipos de fibras ($p < 0,05$). Concluindo, o TF e o TP produziram ganhos de força e de hipertrofia muscular semelhantes, após oito semanas de treinamento.

UNITERMOS: Hipertrofia muscular; Tipo de fibra; Força muscular.

Introdução

O treinamento de força é uma estratégia muito utilizada para o desenvolvimento da força máxima e da potência muscular em atletas. A recomendação para o aquisição/desenvolvimento de força máxima preconiza a utilização de intensidades próximas do máximo, entre 80-100% 1 RM (KRAEMER & RATAMESS, 2004). Por outro lado, intensidades mais baixas, entre 30-60% 1 RM, são geralmente utilizadas para o desenvolvimento da potência muscular (KRAEMER & RATAMESS, 2004).

No entanto, estas recomendações de treinamento são questionadas por alguns autores, uma vez que, a literatura apresenta evidências de adaptações semelhantes aos protocolos de treinamentos de força máxima (TF) e de potência (TP) (CREWETHER, CRONIN & KEOGH, 2005; MCBRIDE, TRIPLETT-MCBRIDE & DAVIE, 2002).

JONES, BISHOP, HUNTER e FLEISIG (2001) registraram eficiência semelhante no aumento da potência muscular a partir de protocolos de TF e TP.

Da mesma maneira, HARRIS, STONE, O'BRYANT, PROULX e JOHNSON (2000,) e MCBRIDE, TRIPLETT-MCBRIDE e DAVIE (2002) observaram ganhos similares de força máxima após um período de treinamento com protocolos de TF e TP.

Considerando que os diferentes estímulos do TF e do TP provocam as alterações funcionais semelhantes, seria plausível especular que as adaptações em nível morfológico também sejam similares. Uma das principais respostas associadas ao aumento da capacidade gerar tensão é a hipertrofia do músculo, aferida pela sua área de secção transversa (AST). A AST é diretamente proporcional à capacidade do músculo produzir força (ÅGAARD, ANDERSEN, DYHRE-POULSEN, LEFFERS, WAGNER, MAGNUSSON, HALKJÆR-KRISTENSEN & SIMONSEN, 2001) e o seu aumento parece estar associado ao grau de tensão mecânica gerado na musculatura durante os exercícios de treinamento (DREYER, FUJITA, CADENAS, CHINKES, VOLPI & RASMUSSEN, 2006). Estímulos de elevada tensão mecânica parecem ser mais eficientes na ativação do processo de síntese protéica associado ao aumento da AST (DREYER et al., 2006).

Para o TF, diversos estudos indicam o aumento da AST e o correspondente aumento da força máxima

no músculo treinado (CAMPOS, LUECKE, WENDELN, TOMA, HAGERMAN, MURRAY, RAGG, RATAMESS, KRAEMER & STARON, 2002; KANEHISA, NAGAREDA, KAWAKAMI, AKIMA, MASANI, KOUZAKI & FUKUNAGA, 2002; KRAEMER & RATAMESS, 2004), comprovando a relação proposta entre a elevada tensão mecânica e o aumento da AST. Entretanto, também existem evidências que reportam a ocorrência do aumento da AST em resposta aos diferentes métodos de TP (BELL, PETERSEN, MACLEAN, REID & QUINNEY, 1992; MALISOUX, FRANCAUX, NIELENS & THEISEN, 2006). Porém, as evidências existentes não são consensuais, já que também se verificam estudos nos quais a AST manteve-se inalterada (HÄKKINEN, PAKARINEN, KYRÖLÄINEN, CHENG, KIM & KOMI, 1990; KYRÖLÄINEN, AVELA, MCBRIDE, KOSKINEN, ANDERSEN, SIPILÄ, TAKALA & KOMI, 2005).

Assim, os efeitos do TP sobre a AST da musculatura esquelética, bem como a comparação da eficiência do TP e do TF em alterar esta adaptação morfológica permanecem como um tema a ser investigado. Portanto, o objetivo do presente estudo foi investigar as alterações no desempenho de força máxima e as adaptações morfológicas decorrentes do treinamento de força máxima e de potência muscular.

Métodos

Desenho experimental

O presente estudo consistiu em um desenho experimental 3 x 2 para medidas repetidas, tendo grupo (TF, TP e C) e tempo (pré-teste e pós-teste)

como fatores. Todos os sujeitos realizaram um teste de força máxima (1 RM no agachamento) e uma biópsia muscular, tanto no pré quanto no pós-teste. Na FIGURA 1 é possível visualizar a seqüência de eventos do estudo.

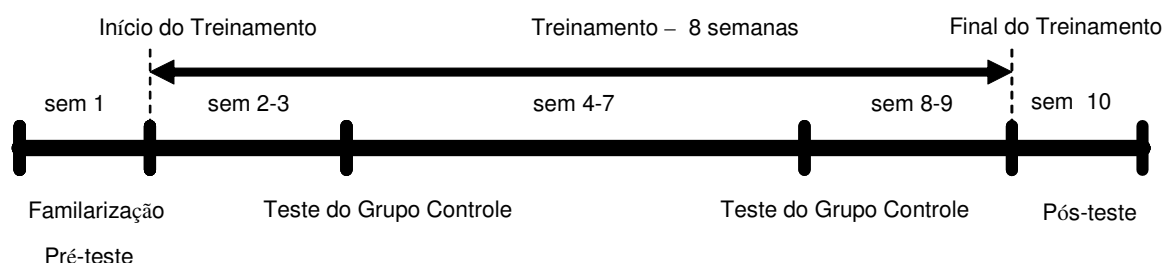


FIGURA 1 - Linha de tempo da seqüência de eventos do estudo.

Sujeitos

Foram recrutados 40 sujeitos fisicamente ativos, com pelo menos seis meses de interrupção no treinamento de força para membros inferiores. Estes sujeitos foram randomicamente divididos nos grupos treino de força (TF; 178,7 ± 4,3 cm; 75,2 ± 7,3 kg; 22,5 ± 3,8 anos), treino de potência (TP; 177,0 ± 5,9 cm; 76,0 ± 8,9 kg; 24,2 ± 4,1 anos), e controle (C; 178,9 ± 11,0 cm; 74,1 ± 9,6 kg; 24,1 ± 2,7 anos). Os sujeitos foram classificados em quartis, de acordo com a força relativa (1 RM/peso corporal) no exercício agachamento. Após, os sujeitos de cada quartil foram randomicamente encaminhados para cada um dos grupos, garantindo assim condições iniciais semelhantes entre os grupos. O estudo foi aprovado pelo comitê de ética da instituição envolvida e todos os sujeitos foram informados dos riscos e benefícios inerentes, antes de assinar o termo de consentimento informado.

Teste de força dinâmica máxima

Os sujeitos realizaram duas sessões de familiarização antes do teste de força dinâmica máxima (1 RM). Nestas sessões a técnica de execução do agachamento foi avaliada e corrigida, quando necessário.

O teste de 1 RM no agachamento foi realizado conforme os procedimentos descritos por BROWN e WEIR (2001). Antes do teste os sujeitos aqueceram por cinco minutos correndo em uma esteira a 9 km/h, e na seqüência realizaram alongamentos para

membros inferiores por mais cinco minutos. Após, foram realizadas duas séries de agachamento para aquecimento específico. Na primeira série os indivíduos executaram cinco repetições com 50% 1 RM estimado e na segunda série foram realizadas três repetições com 70% 1RM estimado, com dois minutos de intervalo entre as séries. Após a segunda série de aquecimento, os sujeitos descansaram por três minutos. Então, tiveram até cinco tentativas para atingir 1 RM no agachamento (quantidade máxima de peso que o indivíduo foi capaz de levantar uma única vez com a técnica apropriada).

Protocolos de treinamento

Os protocolos de treinamento dos grupos TF e TP encontram-se descritos nas TABELAS 1 e 2.

TABELA 1 - Protocolo de treinamento do grupo TF.

	Treinamento - Grupo TF*		
	Segunda	Quarta	Sexta
Sem 1	4 ¹⁰	4 ¹⁰	4 ¹⁰
Sem 2	2 ¹⁰ ; 3 ⁸	3 ⁸ ; 2 ⁶	2 ¹⁰ ; 3 ⁸
Sem 3	3 ⁸ ; 3 ⁶	3 ⁸ ; 3 ⁶	3 ⁸ ; 3 ⁶
Sem 4	2 ¹⁰ ; 2 ⁸ ; 2 ⁶	2 ¹⁰ ; 2 ⁸ ; 2 ⁶	2 ¹⁰ ; 2 ⁸ ; 2 ⁶
Sem 5	1 ⁸ ; 3 ⁶ ; 3 ⁴	3 ⁶ ; 4 ⁴	4 ⁶ ; 3 ⁴
Sem 6	3 ⁶ ; 3 ⁴	4 ⁶ ; 4 ⁴	4 ⁶ ; 3 ⁴
Sem 7	3 ⁶ ; 3 ⁴	3 ⁶ ; 3 ⁴	3 ⁶ ; 3 ⁴
Sem 8	2 ⁶ ; 2 ⁴	2 ⁶ ; 2 ⁴	2 ⁶ ; 2 ⁴

* 2¹⁰ - o número 2 representa o número de séries, enquanto o número 10 representa o número de repetições por série. O valor percentual dentro dos parênteses indica a intensidade da carga de treinamento (1 RM %).

TABELA 2 - Protocolo de treinamento do grupo TP

	Treinamento - Grupo TP*		
	Segunda	Quarta	Sexta
Sem 1	4 ⁸ (30%)	4 ⁸ (30%)	4 ⁸ (30%)
Sem 2	2 ⁸ (30%); 3 ⁸ (40%)	3 ⁸ (40%); 2 ⁶ (50%)	2 ⁸ (30%); 3 ⁸ (40%)
Sem 3	3 ⁸ (40%); 3 ⁶ (50%)	3 ⁸ (40%); 3 ⁶ (50%)	3 ⁸ (40%); 3 ⁶ (50%)
Sem 4	2 ⁸ (30%); 2 ⁸ (40%); 2 ⁶ (50%)	2 ⁸ (30%); 2 ⁸ (40%); 2 ⁶ (50%)	2 ⁸ (30%); 2 ⁸ (40%); 2 ⁶ (50%)
Sem 5	2 ⁸ (30%); 3 ⁸ (40%); 2 ⁶ (50%)	3 ⁸ (40%); 4 ⁶ (60%)	3 ⁸ (30%); 2 ⁶ (50%); 2 ⁶ (60%)
Sem 6	3 ⁸ (30%); 3 ⁶ (60%)	4 ⁸ (40%); 4 ⁶ (50%)	4 ⁸ (30%); 4 ⁶ (60%)
Sem 7	3 ⁸ (40%); 3 ⁶ (60%)	2 ⁸ (40%); 4 ⁶ (60%)	2 ⁸ (40%); 4 ⁶ (60%)
Sem 8	2 ⁸ (40%); 2 ⁶ (50%)	2 ⁸ (40%); 2 ⁶ (50%)	2 ⁸ (40%); 2 ⁶ (50%)

* 2¹⁰ - o número 2 representa o número de séries, enquanto o número 10 representa o número de repetições por série. O valor percentual dentro dos parênteses indica a intensidade da carga de treinamento (1 RM %).

Houve equivalência entre o número de séries em cada sessão de treino entre os grupos. No entanto, a intensidade de treinamento e a velocidade externa de movimento foram diferentes. A intensidade

de treinamento progrediu ao longo das oito semanas do período experimental seguindo um modelo periodizado. O grupo TF treinou com intensidades entre 10 RM e 4 RM, enquanto o grupo TP

treinou com intensidades entre 30% e 60% 1 RM. Os dois grupos foram orientados a realizar cada repetição na maior velocidade possível, porém o grupo TF realizou o movimento de forma mais lenta

em decorrência da maior carga. Na FIGURA 2 é possível observar as intensidades médias para os dois grupos durante o período de oito semanas de treinamento.

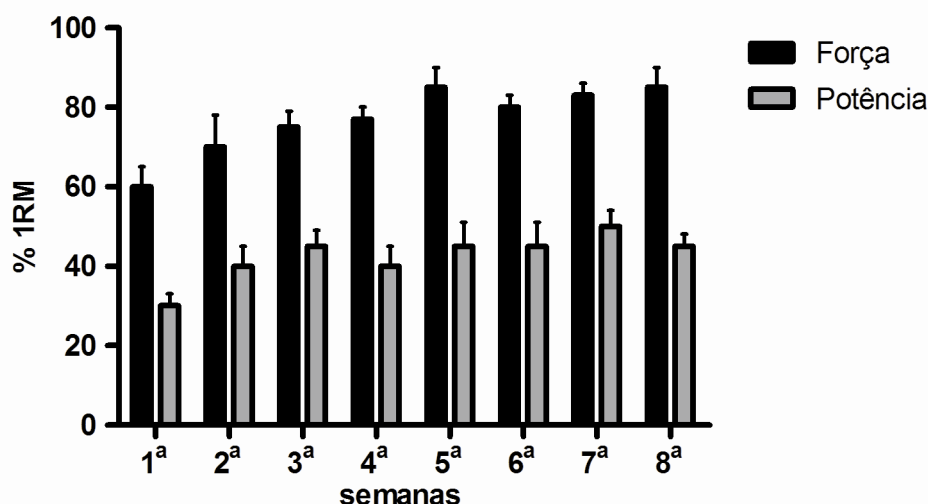


FIGURA 2 - Intensidades de treinamento para os grupos TF e TP expressas em percentuais de 1 RM no exercício agachamento (média + dp).

Para verificar a diferença entre as intensidades de treinamento dos dois grupos foi feita a média da intensidade semanal do grupo TP. Este valor foi utilizado como referência para comparar com as intensidades utilizadas por cada um dos sujeitos do grupo TF através de um teste-t para uma amostra. As intensidades de treinamento foram diferentes entre os grupos para todas as semanas de treinamento ($p < 0,0001$).

Biópsia muscular

Amostras de tecido muscular foram coletadas antes e após o período de treinamento na porção medial do vasto lateral da perna direita dos sujeitos utilizando a técnica de biópsia percutânea (BERGSTROM, 1962) com sucção. Imediatamente após a extração da amostra, o tecido foi removido da agulha e as fibras musculares foram orientadas em um mesmo sentido antes de serem acomodadas em um meio de fixação ("tragacanth gum"). Logo após, foram congeladas em isopentano à temperatura de nitrogênio líquido e armazenadas à -80°C .

A biópsia pré-treinamento ocorreu 48 horas após o teste de força máxima e aproximadamente quatro dias antes do início do período de treinamento. A biópsia pós-treinamento foi feita a partir de uma incisão adjacente ao local utilizado no pré-teste, 48-72 horas após a última sessão de treinamento.

Área de secção transversa

As amostras musculares pré- e pós-treinamento foram cortadas transversalmente em um criostato (-20°C) e fixadas em lâminas para que pudessem ser tratadas simultaneamente para a atividade da mATPase. Imagens das seções transversas com as diferentes preparações para mATPase (pH 4,3; 4,6 e 10,4) foram capturadas com o uso do "software" MetaMorph version 6.1 (Universal Imaging Corporation, EUA). A área de secção transversa das fibras musculares dos tipos I, IIa e IIb foi determinada utilizando-se planimetria computadorizada (Image PRO Plus, Media Cybernetics®, EUA). Em média, $171,8 \pm 72,2$ e $162,4 \pm 62,8$ fibras foram medidas por sujeito no pré e pós-teste, respectivamente.

Resultados

Os dois grupos de treinamento (TF e TP) aumentaram o desempenho de 1 RM no agachamento do pré para o pós-teste ($p < 0,001$). Os valores foram superiores ao do grupo controle no pós-teste ($p < 0,05$). Além disso, os ganhos de força foram

similares entre os grupos ($p > 0,05$), conforme indicado na FIGURA 3.

A FIGURA 4 demonstra graficamente o aumento de força do pré- para o pós-treinamento para os grupos força (4a) e potência (4b).

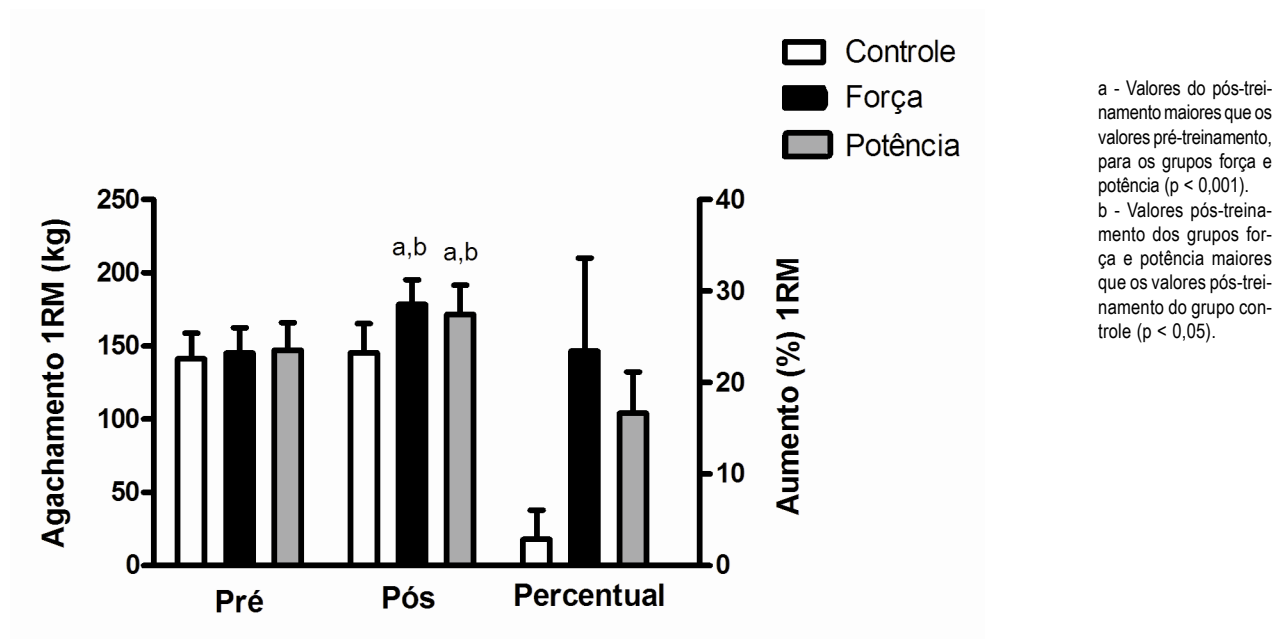


FIGURA 3 - Valores de 1 RM no agachamento do pré- para o pós-treinamento e aumentos percentuais para os grupos controle, força e potência (média + dp).

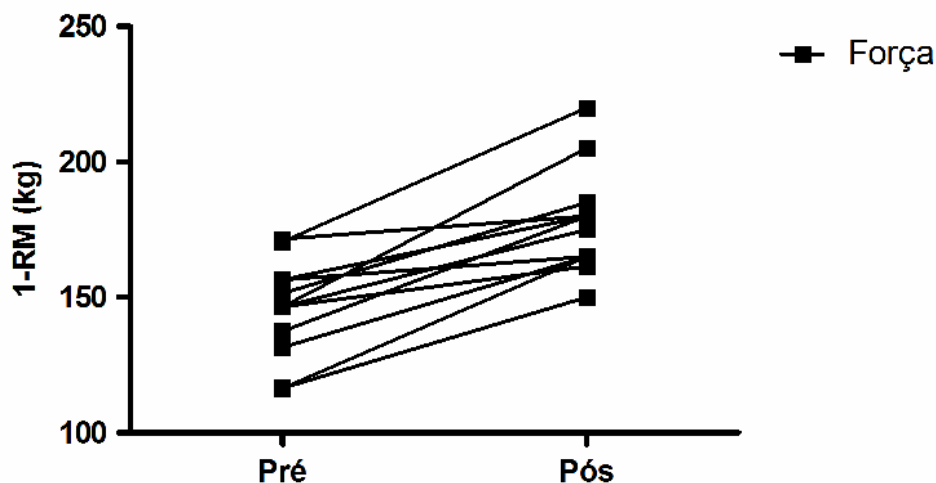


FIGURA 4a - Valores individuais de 1 RM no agachamento do pré- para o pós-treinamento para o grupo força.

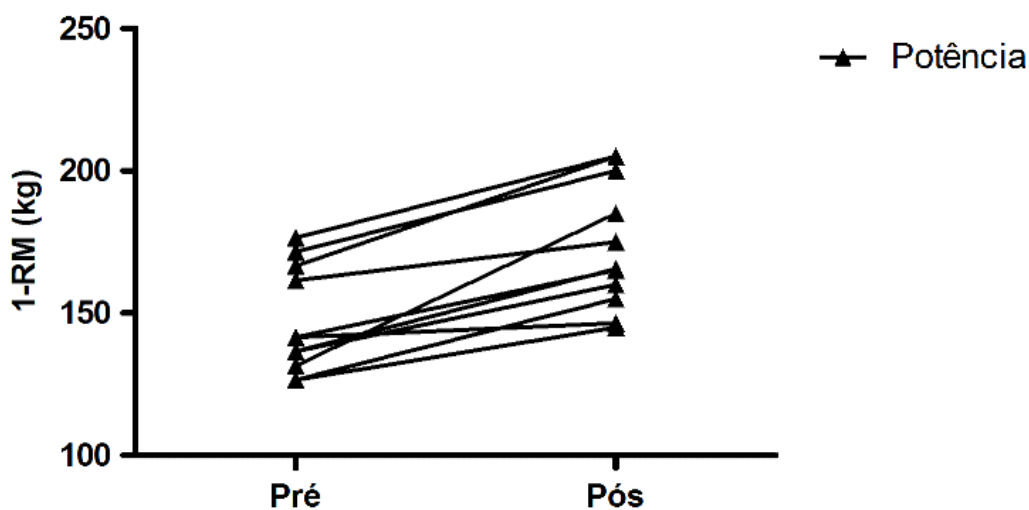


FIGURA 4b - Valores individuais de 1 RM no agachamento do pré- para o pós-treinamento para o grupo potência.

O aumento da AST das fibras musculares apresentou apenas efeito principal de tempo. Assim, verificou-se hipertrofia levando em consideração a média da AST dos três grupos em conjunto, para tipo I ($p < 0,05$), tipo IIa ($p < 0,05$), e tipo IIb ($p < 0,0001$), conforme demonstrado na FIGURA 5.

Foi também realizado o cálculo do efeito do tamanho para as adaptações na AST em resposta aos protocolos de treinamento, tendo sido encontrados os seguintes valores para cada tipo de fibra: Tipo I: 0,49, -0,19, e -0,16 Tipo IIa: 0,85, 0,65, e 0,19 e Tipo IIb: 1,63, 0,74 e 0,29 para os grupos TE, TP e C, respectivamente.

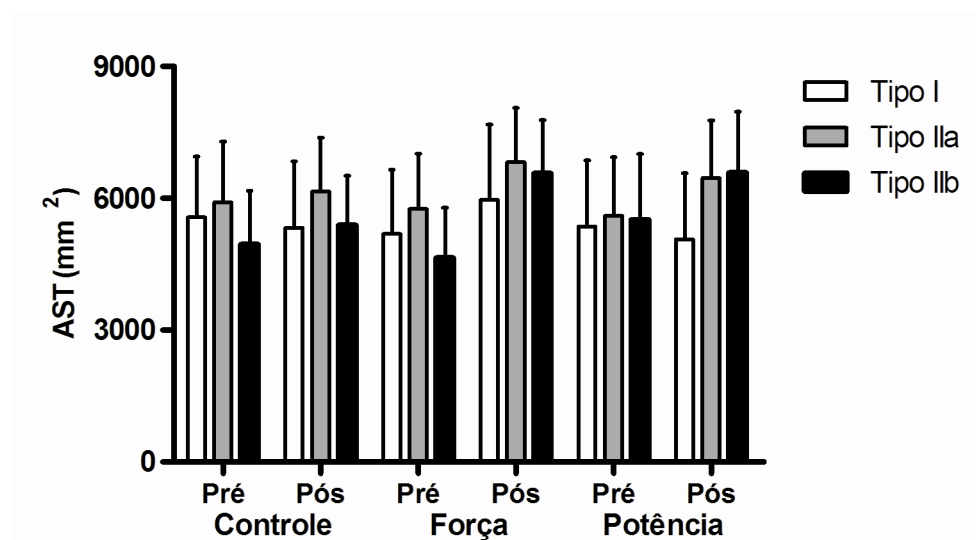


FIGURA 5 - Área de secção transversa (AST, mm²) para os grupos controle, força e potência no pré- e no pós-treinamento para as fibras tipo I, tipo IIa e tipo IIb.

Discussão

O objetivo do presente estudo foi verificar o efeito dos protocolos de TF e de TP na alteração da força máxima e da AST. Os achados mais relevantes foram que ambos os protocolos de treinamento produziram aumentos similares na força máxima e na AST das fibras musculares.

Apesar da diferença significativa entre as intensidades de treinamento empregadas, os dois grupos de treinamento, TF e TP, apresentaram magnitude semelhante de aumento da força máxima. Estes achados estão de acordo com outros estudos que apresentaram aumentos significantes na força máxima, tanto a partir do TF (HARRIS et al., 2000; JONES et al., 2001) quanto do TP (HAKKINEN & KOMI, 1985; KYRÖLÄINEN et al., 2005;). No entanto, em nosso estudo, apesar dos ganhos em força máxima terem sido estatisticamente semelhantes entre os grupos, os aumentos percentuais (TF = 22,4% e TP = 16,6%) indicam tendências distintas. Estes resultados corroboram com os de MOSS, REFSNES, ABILDGAARD, NICOLAYSEN e JENSEN (1997), que também identificaram variação nos percentuais de aumento a partir do TF e do TP, 15,2% e 10,1%, respectivamente. Em ambos os casos, embora não tenha havido diferença estatística entre os grupos, o treinamento a partir do TF apresentou aumento percentual maior que o treinamento com TP.

Apesar da tendência reportada, o efeito do TP sobre o aumento da força máxima é reportado mesmo em estudos, nos quais o treinamento é realizado sem a aplicação de sobrecarga externa (KYRÖLÄINEN et al., 2005; MALISOUX et al., 2006). Nestes estudos foi utilizado um modelo de TP com saltos. KYRÖLÄINEN et al. (2005) reportaram aumento na força dinâmica máxima dos extensores de joelho de 12% após oito semanas de treinamento, enquanto MALISOUX et al. (2006) identificaram 11% na contração voluntária isométrica máxima dos flexores plantares após 10 semanas.

Em conjunto, estas evidências indicam semelhança do TF e do TP na capacidade de aumentar a força máxima, mesmo com cargas de treinamento significativamente distintas. Além disso, parece que a magnitude da sobrecarga externa imposta parece não ser o único fator determinante para o ganho de força. Outros fatores, possivelmente relacionados à velocidade de execução, também parecem atuar, conforme indicado pelo aumento da força máxima a partir de protocolos com saltos verticais como estímulos de treinamento (KYRÖLÄINEN et al., 2005; MALISOUX et al., 2006).

A elevação do grau de tensão, promovida através de estratégias de treinamento distintas, (TF utilizando maior sobrecarga externa e TF realizando maior velocidade de execução, respectivamente) pode contribuir para o aumento da força máxima (DREYER et al., 2006). Para o TF encontra-se descrito que o grau de tensão muscular elevado constitui potente estímulo para o aumento da AST (DREYER et al., 2006). O aumento da AST, por sua vez, é um fator preponderante para o aumento da força máxima (AAGAARD et al., 2001). Em relação ao TP, de acordo com KELLIS, ARAMBATZI e PAPADOPOULOS (2005), percentuais de 1 RM semelhantes aos empregados em um treinamento de potência diferenciam-se significativamente de TF quanto à velocidade de deslocamento linear da barra no movimento de agachamento. A aceleração nas fases excêntrica e concêntrica do exercício de agachamento é sucedida por uma frenagem ao final de cada fase (KELLIS, ARAMBATZI & PAPADOPOULOS, 2005). Considerando que, a intensidade da carga empregada no TP permite alcançar velocidades mais elevadas (KELLIS, ARAMBATZI & PAPADOPOULOS, 2005), é possível que a desaceleração ocorra mais rapidamente que no TF. Dessa forma, é possível especular que o grau de tensão muscular atingido no momento da frenagem seja bastante elevado no TP. Como consequência, a força gerada durante a transição entre as fases no agachamento para o grupo TP pode ter sido um estímulo para a hipertrofia muscular (FARTHING & CHILIBECK, 2003; SHEPSTONE, TANG, DALLAIRE, SCHUENKE, STARON & PHILLIPS, 2005).

No entanto, apesar do potencial efeito do TP sobre a hipertrofia, tal como o TF, é possível que as diferenças das magnitudes das cargas, assim como nas características da geração da tensão, impliquem em tendências de adaptação distintas com relação ao processo de hipertrofia. Este argumento é sustentado pela análise do efeito do tamanho dos dados de AST por tipo de fibra. De acordo com o efeito do tamanho calculado, o grupo TF teve tendência maior que o grupo TP ao aumento da massa muscular, apesar de ambos apresentarem comportamento semelhante. O grupo TF apresentou 15,1%, 18,5%, e 41,3% de aumento na AST para as fibras do tipo I, IIa e IIb, respectivamente. Já para o grupo TP os percentuais identificados foram de -5%, 15,3%, e 19,4% de hipertrofia para os tipos de fibra I, IIa e IIb, respectivamente. Nossos dados nos permitem

concluir que ambos os métodos de treinamento foram efetivos em promover a hipertrofia das fibras musculares, porém com magnitudes distintas.

É provável que as diferenças percentuais observadas após o TF e o TP para aumento da AST, por tipo de fibra, possam ser atribuídas às diferenças no trabalho mecânico total realizado por cada um dos grupos (ISHIHARA, ROY, OHIRA, IBATA & EDGERTON, 1998). O treinamento foi equalizado quanto ao número de séries realizadas entre os grupos e ambos trabalharam com mesma amplitude de movimento. Mas, dadas as cargas utilizadas por cada grupo, o volume total do treino (trabalho muscular) foi superior no grupo TF. Além disso, a heterogeneidade da resposta hipertrófica ao TP parece ser uma constante na literatura até o presente momento. Verificam-se estudos que apresentaram resposta hipertrófica significativamente positiva como MALISOUX et al. (2006), que verificaram 25% de aumento. MOSS et al. (1997) também apresentaram aumento significativo, porém, percentualmente inferior, com 2,8% de hipertrofia. No entanto, também existem estudos que reportam

inalteração, como KYRÖLÄINEN et al. (2005) e YOUNG e BILBY (1993).

Portanto, a partir das evidências aqui relatadas, é possível afirmar que o TF e o TP mostraram uma capacidade similar de promover aumento do desempenho de força máxima em curto prazo. Da mesma forma, ambos os protocolos de treinamento (TF e TP) foram eficientes em gerar hipertrofia das fibras musculares, conforme evidenciado pela análise de AST das fibras, indicando equivalência nas adaptações morfológicas geradas. Estes resultados incitam uma reflexão sobre a especificidade do treinamento, uma vez que, métodos considerados, a priori, distintos geraram desempenho e adaptações morfológicas semelhantes. Porém, vale ressaltar que esta reflexão deve ser feita à luz da forte tendência à diferenciação entre os grupos, principalmente, observado em nível morfológico. Como as adaptações decorrentes do treinamento condicionam o desempenho, é possível especular que, em longo prazo, a resposta hipertrófica e, consequentemente, o aumento da força máxima se diferencie em resposta à TF e TP.

Abstract

Strength training x power training: performance changes and morphological adaptations

The aim of this study was to investigate the changes in maximum strength and morphological adaptations after a strength and a power training programs. Forty subjects were randomly divided into a strength training group (TF; 178.7 ± 4.3 cm; 75.2 ± 7.3 kg; 22.5 ± 3.8 years), a power training group (TP; 177.0 ± 5.9 cm; 76.0 ± 8.9 kg; 24.2 ± 4.1 years), and a control group (C; 178.9 ± 11.0 cm; 74.1 ± 9.6 kg; 24.1 ± 2.7 years). Subjects in the TF and TP underwent an 8-week, three sessions per week, training program. The TF performed the squat exercise with loads from 60 to 95% of the squat 1 RM, while the TP used loads from 30 to 60% of 1 RM, as fast as possible. Maximum strength and type I, type IIa, and type IIb cross sectional area were evaluated before and after the training programs. TF and TP increased maximum strength from pre- to post-training ($p < 0.001$), but there were no difference between them ($p > 0.05$). There was a main time effect for muscle cross sectional area for all fiber types ($p < 0.05$). In conclusion, the TF and the TP produced similar strength gains and muscle fiber hypertrophy after an 8-week training period.

UNITERMS: Muscle hypertrophy; Fiber type, Muscle strength.

Nota

Financiamento: FAPESP - Proc. 06-00302-3.

Referências

- AAGAARD, P.; ANDERSEN, J.L.; DYHRE-POULSEN, P.; LEFFERS, A.; WAGNER, A.; MAGNUSSON, S.P.; HALKJÆR-KRISTENSEN, J.; SIMONSEN, E.B. A mechanism for increased contractile strength of human pennate muscle in response to strength training: changes in muscle architecture. **Journal of Physiology**, London, v.534, p.613-23, 2001.
- BELL, G.J.; PETERSEN, S.R.; MACLEAN, I.; REID, D.C.; QUINNEY, H.A. Effect of high velocity resistance training on peak torque, cross sectional area and myofibrillar ATPase activity. **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, Torino, v.32, n.1, p.10-8, 1992.
- BERGSTROM, J. Muscle electrolytes in man. **Scandinavian Journal of Clinical Laboratory Investigation**, Oslo, v.14, p.511-13, 1962.
- BROWN, L.E.; WEIR, J.P. ASEP procedures recommendations I: accurate assessment of muscular strength and power. **Journal of Exercise Physiology**, Duluth, v.4, n.3, p.1-21, 2001.
- CAMPOS, G.E.; LUECKE, T.J.; WENDELN, H.K.; TOMA, K.; HAGERMAN, F.C.; MURRAY, T.F.; RAGG, K.E.; RATAMESS, N.A.; KRAEMER, W.J.; STARON, R.S. Muscular adaptations in response to three different resistance-training regimens: specificity of repetition maximum training zones. **European Journal of Applied Physiology**, Berlin, v.88, n.1-2, p.50-60, 2002.
- CREWETHER, B.; CRONIN, J.; KEOGH, J. Possible stimuli for strength and power adaptation: acute mechanical responses. **Sports Medicine**, Auckland, v.35, n.11, p.967-89, 2005.
- DREYER, H.C.; FUJITA, S.; CADENAS, J.G.; CHINKES, D.L.; VOLPI, E.; RASMUSSEN, B.B. Resistance exercise increases AMPK activity and reduces 4E-BP1 phosphorylation and protein synthesis in human skeletal muscle. **Journal of Physiology**, London, v.576, p.613-24, 2006.
- FARTHING, J.P.; CHILIBECK, P.D. The effects of eccentric and concentric training at different velocities on muscle hypertrophy. **European Journal of Applied Physiology**, Berlin, v.89, p.578-86, 2003.
- HÄKKINEN, K.; KOMI, P.V. Effects of explosive type strength training on electromyographic and force production characteristics of leg extensor muscles during concentric and various stretch-shortening cycles exercises. **Scandinavian Journal of Sports Science**, Stockholm, v.7, p.65-76, 1985.
- HÄKKINEN, K.; PAKARINEN, A.; KYRÖLÄINEN, H.; CHENG, S.; KIM, D.H.; KOMI, P.V. Neuromuscular adaptations and serum hormones in females during prolonged power training. **International Journal of Sports Medicine**, Stuttgart, v.11, n. 2, p.91-8, 1990.
- HARRIS, G.R.; STONE, M.H.; O'BRYANT, H.S.; PROULX, C.M.; JOHNSON, R.L. Short-term performance effects of high power, high force, or combined weight-training methods. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, v.14, n.1, p.14-20, 2000.
- ISHIHARA, A.; ROY, R.R.; OHIRA, Y.; IBATA, Y.; EDGERTON, V. R. Hypertrophy of rat plantaris muscle fibers after voluntary running with increasing loads. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v.84, n.6, p.2183-9, 1998.
- JONES, K.; BISHOP, P.; HUNTER, G.; FLEISIG, G. The effects of varying resistance-training loads on intermediate- and high-velocity-specific adaptations. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.15, n.3, p.349-56, 2001.
- KANEHISA, H.; NAGAREDA, H.; KAWAKAMI, Y.; AKIMA, H.; MASANI, H.; KOUZAKI, M.; FUKUNAGA, T. Effects of equivolume isometric training programs comprising medium or high resistance on muscle size and strength. **European Journal of Applied Physiology**, Berlin, v.87, p.112-9, 2002.
- KELLIS, E.; ARAMBATZI, F.; PAPADOPOULOS, C. Effects of load on ground reaction force and lower limb kinematics during concentric squats. **Journal of Sports Sciences**, Oxon, v.23, n.10, p.1045-55, 2005.
- KRAEMER, W.J.; RATAMESS, N.A. Fundamentals of resistance training: progression and exercise prescription. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v.36, n.4, p.674-88, 2004.
- KYRÖLÄINEN, H.; AVELA, J.; MCBRIDE, J.M.; KOSKINEN, S.; ANDERSEN, J.L.; SIPILÄ, S.; TAKALA, T.E.; KOMI, P.V. Effects of power training on muscle structure and neuromuscular performance. **Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports**, Copenhagen, v.15, n.1, p.58-64, 2005.
- MALISOUX, L.; FRANCAUX, M.; NIELENS, H.; THEISEN, D. Stretch-shortening cycle exercises: an effective training paradigm to enhance power output of human single muscle fibers. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v.100, n.3, p.771-9, 2006.

- McBRIDE, J.M.; TRIPLETT-McBRIDE, T.; DAVIE, A.N.R. The effect of heavy versus light-load Jump squats on the development of strength, power and speed. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, v.16, n.1, p.75-82, 2002.
- MOSS, B.M.; REFSNES, P.E.; ABILDGAARD, A.; NICOLAYSEN, K.; JENSEN, J. Effects of maximal effort strength training with different loads on dynamic strength, cross-sectional area, load-power and load-velocity relationships. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, Berlin, v.75, n.3, p.193-9, 1997.
- SHEPSTONE, T.N.; TANG, J.E.; DALLAIRE, S.; SCHUENKE, M.D.; STARON, R.S.; PHILLIPS, S.M. Short-term high- vs. low-velocity isokinetic lengthening training results in greater hypertrophy of the elbow flexors in young men. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v.98, n.5, p.1768-76, 2005.
- WILSON, G.J.M.; NEWTON, R.U.; MURPHY, A.J.; HUMPHRIES, B.J. The optimal training load for the development of dynamic athletic performance. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v.25, n.11, p.1279-86, 1993.
- YOUNG, W.B.; BILBY, G.E. The effect of voluntary effort to influence speed of contraction on strength, muscular power, and hypertrophy development. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, v.7, n.3, p.172-8, 1993.

ENDEREÇO

Valmor Tricoli
Escola de Educação Física e Esporte - USP
Av. Prof. Mello Moraes, 65
05508-030 - São Paulo - SP - BRASIL
e-mail: vtricoli@usp.br

Recebido para publicação: 27/03/2008
Aceito: 24/05/2008